

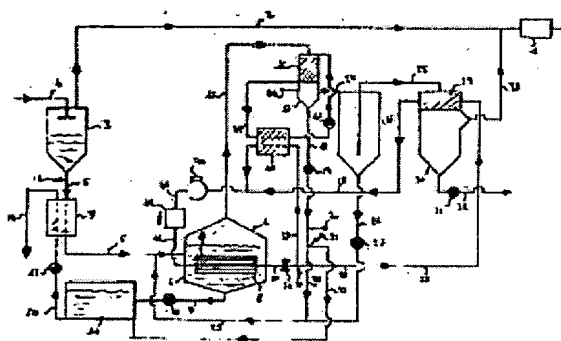
Device for alcohol distillation with a low energy usage.

Patent number: FR2553098
Publication date: 1985-04-12
Inventor: LAUMER DANIEL DE SAINT
Applicant: CEZILLY FRANCOIS (FR)
Classification:
- international: **B01D3/00; B01D3/10; B01D3/00; B01D3/10; (IPC1-7): C12F1/00**
- european: B01D3/00A; B01D3/10
Application number: FR19830008101 19830511
Priority number(s): FR19830008101 19830511

Report a data error here

Abstract of FR2553098

Device intended for carrying out the distillation of alcohol with a low energy usage. The device is characterised by the presence of a vacuum pump 1 which keeps it at a low pressure (of the order of approximately 150 mb). The energy necessary for the vaporisation is supplied by the condenser 8 of a heat pump which is placed in the vaporisation vessel. The heat pump is equipped with two evaporators. The purpose of the evaporator 41 is to condense the water present in the vapour by means of a cold water loop 42 and a battery 16. The purpose of the evaporator 29 is to condense the alcohol present in the vapour which has been previously separated from the water condensed by the separator 17 and the cyclone 25. The distillation slops leaving the device give up their energy to the wine entering the device via the exchanger 7. The wine has previously been degassed in the degassing vessel 3, in communication with the vacuum pump 1.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 553 098

(21) N° d'enregistrement national :

83 08101

(51) Int Cl⁴ : C 12 F 1/00.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 11 mai 1983.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : *CEZILLY François, CLARAC Charles et SAINT LAUMER Daniel de.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Daniel de Saint Laumer.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 15 du 12 avril 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(73) Titulaire(s) :

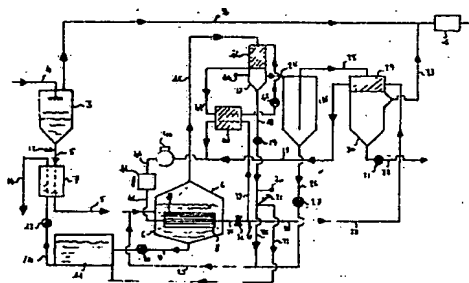
(74) Mandataire(s) : Daniel de Saint Laumer.

(54) Dispositif de distillation d'alcool à faible consommation d'énergie.

(57) Dispositif destiné à réaliser la distillation de l'alcool avec une faible consommation d'énergie.

Le dispositif est caractérisé par la présence d'une pompe à vide 1, qui le maintient sous une faible pression (de l'ordre de 150 mb environ). L'énergie nécessaire à la vaporisation est fournie par le condenseur 8 d'une pompe à chaleur, qui est placée dans la cuve de vaporisation. La pompe à chaleur est équipée de deux évaporateurs. L'évaporateur 41, par l'intermédiaire d'une boucle d'eau froide 42 et d'une batterie 16, a pour fonction de condenser l'eau contenue dans la vapeur. L'évaporateur 29 a pour fonction de condenser l'alcool contenu dans la vapeur, qui a été préalablement séparée de l'eau condensée par le séparateur 17 et le cyclone 25.

Les vinasses quittant le dispositif cèdent leur énergie au vin entrant dans le dispositif par l'échangeur 7. Le vin a préalablement été dégagé dans la cuve de dégazage 3, en relation avec la pompe à vide 1.



FR 2 553 098 - A1

D

1 1. EXPOSE

La crise de l'énergie a conduit les Gouvernements à envisager l'utilisation de produits de substitution au pétrole. Parmi ceux ci figure l'alcool d'origine agricole, qui pourrait être utiliser comme carburant automobile. Le problème est de dépenser le moins possible d'énergie à le produire, tout en réalisant les investissements les moins couteux possibles.

L'alcool agricole est obtenu par distillation à partir d'un certain nombre de produits le contenant en faible proportion : vins de qualité inférieure, jus fermentés, sous produits de la fabrication du sucre à partir de la betterave,

Si nous nous référons aux chiffres, publiés par le COMITE FRANCAIS DE L'ELECTROTHERMIE dans une brochure éditée en Septembre 1980 dont les auteurs sont MM. GREBOVAL et MULLER, nous nous apercevons que la distillation représente en valeur 10 à 14 % du prix de vente des producteurs d'alcool et en énergie entre 30 à 50 % de la chaleur de combustion de l'alcool. Ce dernier chiffre plus que tout autre remet en question le bien fondé de l'idée d'utiliser l'alcool comme carburant. Le Dispositif selon la présente invention diminue notablement la consommation d'énergie nécessaire à la distillation. Il a pu être conçu grâce aux renseignements fournis par les travaux de MM. R.C. PEMBER - 20 TON et C.J. MASH (Division of Chemical Standards, National Physical Laboratory, Tendington U.K. - Publication 1978 of Academic Press Inc. London Ltd), ainsi qu'à la publication de MM. R.C. WILHOIT et 25 B.J. ZWOLINSKI (J. Phys. Chem. Réf.Data, Vol.2, Supply 1, 1973).

2. DISPOSITIF

2.1. PRINCIPE

Le dispositif consiste à faire entrer le vin (dans l'industrie de la distillerie on appelle vin tout jus fermenté quelque soit la matière première initiale : jus de raisin, de mélasse, ...) dans un circuit sous faible pression P. On porte le vin à une température T, à laquelle il se vaporise. La vapeur est un mélange d'alcool et d'eau, la température T est choisie pour que la vaporisation ait lieu jusqu'à ce que le vin ne soit plus que, selon le terme technique, de la vinasse, c'est à dire un jus ne contenant plus que quelques traces d'alcool. Le mélange de vapeur issu de l'opération est ensuite ramené à une température à laquelle la vapeur d'eau se condense avec malgré tout un peu de vapeur d'alcool. Le reste de vapeur d'alcool est séparé de l'eau liquide et ramené à une température à laquelle elle se condense à son tour.

La pression P, sous la quelle le système fonctionne est de l'ordre de 150 mb. Celle ci permet, comme nous le verrons ci après, d'obtenir des vinasses en chauffant le vin à 50 - 55 ° C, de condenser la vapeur d'eau à une température de l'ordre de 40 - 45 ° C et la vapeur d'alcool à une température de l'ordre de 30 ° C. Les températures évoquées permettent l'utilisation d'une pompe à chaleur (PAC) standard fonctionnant au Fréon R 22, avec un COP de l'ordre de 5,5 à 6. Le condenseur permet de réchauffer le vin, l'ensemble évaporatif permet de refroidir les vapeurs.

50 Le principe de fonctionnement de la PAC étant bien connu de l'homme de l'Art, nous ne le décrivons pas.

- 1 Nous nous contenterons de rappeler à ce dernier que , si nous avons
choisi une gamme de pressions correspondant à une gamme de tempéra-
tures compatibles avec la technologie des PAC fonctionnant au Fréon
R 22 , c'est que ces dernières ont un rapport Puissance / Prix su-
périeur à celui des PAC fonctionnant aux Fréons R 12 ; R 114 ...
- 5 Or l'industrie de la distillerie est une industrie saisonnière tra-
vaillant environ 100 jours par An . En conséquence , s'il est bon
de lui proposer des dispositifs consommant peu d'énergie , il faut
aussi que ceux ci soient assez peu coûteux , pour être amortis en
100 jours de travail par An . Aussi a-t-on choisi de se placer dans
- 10 la gamme de températures où les PAC fonctionnant au Fréon R 22 peu-
vent être utilisées . Cependant le dispositif peut fonctionner à
des pressions et par conséquent à des températures plus élevées ,
qui impliqueront des investissements plus coûteux , mais qui font
néanmoins partie intégrante de la présente Demande de Brevet .
- 15 Cette description sommaire du principe du dispositif appelle des ex-
plications complémentaires , qui trouvent leurs sources dans les
travaux des chercheurs mentionnés ci dessus .
On trouvera en Annexe 1 la photocopie des Tables dressées par MM.
PEMBERTON et MASH , qui donnent pour une température donnée , les
- 20 proportions d'équilibre d'alcool dans le liquide et d'alcool dans la
vapeur , ainsi que la pression d'équilibre .
Quatre Tables ont été dressées pour les températures de 30 - 50 - 70
et 90 ° C . Par exemple , pour la première table , la première colone
indique la température : 303,15 K , soit 30 ° C . La 2 ème colonne
- 25 indique la proportion x d'alcool dans le mélange liquide en équil-
bre avec la vapeur , soit 0,00435 , le reste soit 0,99565 étant par
conséquent de l'eau . La 3 ème colonne indique la proportion y
d'alcool dans le mélange de vapeur en équilibre avec le liquide ,
soit : 0,0412 , le reste 0,9588 étant de la vapeur d'eau . La 4 ème
- 30 colonne indique la pression à la quelle cet équilibre est réalisé .
L'unité de pression exprimée est le 1/1000 de bar ou 10 mb . On
sait donc que pour $x = 0,00435$, on a $y = 0,0412$, la pression d'é-
quilibre étant de 44,13 mb . Cela veut dire que , si l'on soumet un
mélange d'alcool et d'eau contenant 0,10 d'alcool et 0,90 d'eau à une
- 35 température de 30 ° C et à une pression de 44,13 mb , celui ci va
s'évaporer jusqu'à ce qu'il contienne 0,00435 d'alcool et 0,99655
d'eau , le mélange de vapeur titrant alors 0,0412 d'alcool et 0,9588
de vapeur d'eau . A ce moment là l'évaporation s'arrête , le liquide
et la vapeur sont en équilibre .
- 40 A partir de ces Tables , nous avons dressé en Annexe 2 les courbes
des proportions x " à peu près constantes " d'alcool dans le mélan-
ge liquide en équilibre avec la vapeur , en fonction de la tempéra-
ture portée en abscisse et de la pression portée en ordonnées .
Les Tables de Pemberton et Mash nous ont permis de dresser la courbe
- 45 $x = 0,0043$; $x = 0,027$; $x = 0,067$.
Les Tables des constantes thermodynamiques de la vapeur d'eau , nous
ont permis d'ajouter la courbe $x = 0$, c'est à dire celle de l'eau
pure . Nous voyons sur ces courbes que , pour une température de
54 ° C , qui est la température à peu près maxima compatible avec une
- 50 PAC fonctionnant au R 22 il faut , pour obtenir x compris entre
0 et 0,0043 , une pression entre 145 et 150 mb . C'est ainsi
qu'on été déterminées les gammes de pressions et de températures dans
lesquelles le dispositif selon l'invention doit fonctionner pour
avoir un rendement optimum .

1 A partir des mêmes documents nous avons dressé en Annexe 3 les cour-
bes des proportions y " à peu près constantes " d'alcool dans un
mélange vapeur en équilibre avec un mélange liquide, puis la cour-
be $y = 0$ correspondant à l'eau pure. Nous voyons qu'il suffit
5 d'abaisser la température de quelques degrés pour provoquer la con-
densation de l'eau. On note cependant que, si cette eau reste trop
longtemps au contact du mélange vapeur, l'équilibre vapeur - liqui-
de, tel que défini et chiffré par MM. PEMBERTON et MASH, aura le
temps de se réaliser. C'est là qu'intervient le dispositif.

10 2.2. DESCRIPTION DU DISPOSITIF

Le dispositif est constitué par un circuit dans lequel le vin, les
vapeurs, les condensats et les vinasses vont transiter. Celui-ci
est mis en pression à 145 - 150 mb par une pompe à vide 1, qui est
en relation par une canalisation 2 avec une cuve de dégazage 3 dans
15 laquelle le vin à une température moyenne de 20 °C est envoyé par
une canalisation 4. Les tables de Pemberton et Mash montrent qu'à
cette température et à cette pression il ne se produit aucune évapo-
ration du mélange eau - alcool. Le vin quitte la cuve de dégazage 3
pour être envoyé par une canalisation 5 vers une cuve d'évaporation
20 6. Il passe préalablement par un échangeur 7, où il récupère une
partie importante de l'énergie des vinasses. La cuve d'évaporation 6
est équipée d'un échangeur 8, qui n'est autre que le condenseur de
la PAC. Grâce à celui-ci le vin est porté à la température de 54° C
sous une pression de 145 à 150 mb. L'évaporation, telle que chif-
25 frée par MM. PEMBERTON et MASH, se produit alors jusqu'à ce que l'on
n'ait plus dans la cuve d'évaporation 6 que des vinasses, dont le
titre d'alcool est compris entre 0 et 0,0043. A ce moment les vinas-
ses sont transférées, grâce à une canalisation 9 sur laquelle on a
monté une pompe 10 dans un bac tampon 11. Lorsque la cuve d'évapora-
30 tion 6 est vide une vanne 12 permet l'envoi d'une nouvelle quantité
de vin dans la cuve 6 pendant qu'une pompe 13, située sur une ca-
nalisation 14 reliant le bac tampon 11 à l'échangeur 7, alimente ce
dernier en vinasses à 54 °C, qui permettent le préchauffage du vin.
Les vinasses représentant environ 65 % du vin injecté dans la cuve de
35 distillation 6, la température du vin sera portée à 35 °C environ à
la sortie de l'échangeur 7.
Les vapeurs à 54 °C quittent la cuve d'évaporation 6 par une canali-
sation 15, qui les transfère à une batterie à eau froide où leur
température est ramenée à un peu moins de 54 °C, ce qui provoque la
40 condensation de la vapeur d'eau. Afin que le contact entre les con-
densats ainsi créés et les vapeurs d'alcool soit le plus court pos-
sible, la batterie 16 est en position verticale de sorte que les
condensats tombent immédiatement par gravité dans une cuve de sépara-
tion 17, d'où ils sont extraits par une canalisation 18, équipée
45 d'une pompe 19. On note aussi sur la canalisation 18, en aval de la
pompe 19, un alcoomètre 20 agissant sur une vanne 21, qui fonction-
ne de la manière suivante. Si le taux d'alcool contenu dans l'eau
très faible, la vanne 21 envoie l'eau vers le bac tampon 11 par la
50 canalisation 22. Si le taux d'alcool est supérieur à un taux de ré-
férence, la vanne 21 renvoie le mélange dans la cuve d'évaporation 6
par la canalisation 23.

- On note que le dispositif, batterie 16 et séparateur 17, permettent de séparer l'eau des vapeurs d'alcool beaucoup plus rapidement qu'une colonne de distillation où l'équilibre x, y tend à se réaliser sur tout le cheminement parcouru par la vapeur entre les différents plateaux de la colonne.
- La vapeur quitte la cuve de séparation 17 par la canalisation 24, mais elle entraîne avec elle de fines gouttelettes d'eau, aussi débouche-t-elle de la canalisation 25, dont la mission est de parfaire la séparation. La force centrifuge et la différence de densité entre la vapeur et les gouttes d'eau projettent ces dernières contre les parois du cyclone dans le fond duquel elles s'écoulent par gravité. Le liquide ainsi récupéré est relativement chargé d'alcool. Aussi est-il extrait du cyclone par une canalisation 26, équipée d'une pompe 27 et renvoyé dans la cuve de vaporisation 6.
- Les vapeurs d'alcool pur quittent le cyclone par la canalisation 28 en direction d'une batterie à détente directe où leur température est ramenée à 30 ° C. A cette température et sous la pression de 145 à 150 mb la condensation de l'alcool est totale. Il est récupéré dans une cuve 30 d'où il est extrait par une canalisation 31, équipée d'une pompe 32. On note le branchement sur la cuve 30 d'une canalisation 33 en relation avec la pompe à vide 1, qui permet de mettre le circuit sous pression de 145 à 150 mb.
- Le circuit de la PAC est le suivant. Le Fréon quitte le condenseur 8 par une canalisation 35, qui le mène à un détendeur 36, puis à une vanne d'où partent deux canalisations 38 et 39. La 38 transporte le Fréon vers la batterie à détente directe 29, puis en direction du compresseur 40. La 39 transporte le Fréon vers un évaporateur 41 en relation avec une boucle d'eau froide 42, animée par une pompe 43 qui alimente la batterie 16. On note la présence sur la cuve de séparation 17 d'une sonde thermique 44, qui commande le fonctionnement de la pompe 43 de telle manière que la température dans le séparateur 17 soit exactement celle choisie.

2.3. CALCULS

- Nous avons dressé en Annexe 4, grâce aux tables de Pemberton et Mash, les courbes de proportions x et y des mélanges d'eau et d'alcool, liquides et vapeur en équilibre en fonction des pressions à une température de 50 ° C. Compte tenu des faibles différences de proportions relevées aux températures de 30, 50, 70 et 80 ° C dans les tables mentionnées ci-dessus, nous assimilerons ces courbes à celles qui auraient pu être tracées pour une température de 50 ° C. Ces courbes permettent de déterminer que, pour un vin à 8 % d'alcool correspond un point X sur la courbe des x indiquant une pression de 0,199 bar et un point Y sur la courbe des y indiquant une proportion de 0,425.
- Nous remarquerons que la courbe y est relativement régulière, aussi est-ce avec une faible marge d'erreur que nous pouvons dire qu'au cours de l'opération qui va ramener un vin contenant 8 % d'alcool à l'état de vinasse en contenant 0,48 %, la teneur moyenne des vapeurs issues de la distillation sera
- $$y = (0,425 + 0,0478) \cdot 1/2 = 0,2364$$
- Au début de l'opération nous avons pour un mélange de 1 Kg :
- | | |
|--------|-------|
| alcool | 0,080 |
| eau | 0,920 |
- le mélange de vapeur contenant 0,2364 d'alcool.

- 1 La quantité de vapeur créée sera de :
 $0,080 / 0,2364 = 0,3384 \text{ Kg}$, soit environ 35 % .
 Les vinasses représentent donc approximativement 65 % d'un vin à 8 % d'alcool .

5 2.3.1. CALCUL PAR LA CONDENSATION DES VAPEURS

- Compte tenu des masses envisagées , nous supposons pour simplifier les calculs , que l'eau et l'alcool ont la même densité . 1 Kg de vin a permis la création de 350 Gr de vapeur contenant 80 Gr d'alcool et par conséquent 270 Gr d'eau . On sait que la chaleur latente de vaporisation de l'eau à 54 ° C est de 566,7 KCal / Kg . Si la vapeur d'eau à 54 ° C est ramenée à l'état liquide à 50 ° C , l'énergie frigorifique a lui fournir est de
 $(566,7 + 4) : 0,27 = 154,4 \text{ KCal / Kg de vin .}$
 On sait par la publication de MM. WILHOIT et ZWALINSKI , que la chaleur de vaporisation de l'alcool à 30 ° C est de 219 KCal / Kg , que
 15 la chaleur spécifique de la vapeur d'alcool est de 0,21 KCal / Kg et que la chaleur spécifique de l'alcool liquide est de 0,68 KCal/Kg/D
 On sait aussi d'après le diagramme Annexe 3 que les vapeurs d'alcool à la pression de 150 mb se condensent à 36 ° C . Dans ces conditions
 20 l'énergie frigorifique à fournir est de
 $0,08(54.36).0,21 + (0,08.219) + 0,08(36.30).0,68 = 24,8 \text{ KCal/Kg de vin .}$
 La puissance frigorifique totale nécessaire est donc de
 $154,4 + 24,8 = 179,2 \text{ KCal / Kg de vin .}$
 Fonctionnant sur une température d'évaporation de 30 ° C et une température de sortie de condenseur de 54 ° C , la PAC aura un COP thermique de :
 $(273 + 54) : (54 - 30) = 13,6$
 On peut donc raisonnablement envisager un COP pratique de 6 . Ce qui implique une consommation électrique , pour assurer les besoins frigorifiques ci dessus de :
 30 $179,2 / 6 = 35,8 \text{ KCal / Kg de vin}$
 et une puissance calorifique de :
 $179,2 + 35,8 = 215 \text{ KCal / Kg de vin .}$

2.3.2. CALCUL PAR LES BESOINS CALORIFIQUES

- 35 Les besoins calorifiques sont les suivants : il faut porter 1 Kg de vin de 35 ° C (température de sortie de l'échangeur 7) à 54 ° C et vaporiser 270 Gr d'eau et 80 Gr d'alcool (dont la chaleur de vaporisation à 54 ° C est de 216 KCal/Kg)
- | | | | | | |
|----|--------------------------------|---------------|---|-------|----------------|
| 40 | mise à température de l'eau | $0,92(54-35)$ | = | 17,5 | KCal/Kg de vin |
| | mise à température de l'alcool | $0,08(54-35)$ | = | 1,5 | " " " |
| | vaporisation de 270 Gr d'eau | $0,27.566,7$ | = | 153,0 | " " " |
| | vaporisation de l'alcool | $0,08.211$ | = | 16,9 | " " " |
| | Total des besoins calorifiques | | | 188,9 | KCal/Kg de vin |
- On voit que les besoins calorifiques sont supérieurs à la puissance calorifique de la PAC . Lors de la réalisation il faudra aussi tenir compte des déperditions de la machine . Cependant pour parer à toute éventualité , le dispositif prévoit l'adjonction au circuit de la PAC d'une batteire de condensation 45 , placée sur la canalisation 46 de Fréon R 22 reliant le compresseur 40 au condenseur 8 .

1. 3. DEPENSES D'ENERGIE

La consommation de 35,8 KCal d'électricité aura donc permis de produire 80 Gr d'alcool , soit

5 $35,8 \cdot 100 = 358 \text{ KCal} / 800 \text{ Gr d'alcool de densité } 0,8$
donc 358 KCal / litre d'alcool , soit encore

$(358 / 860) \cdot 100 = 41,6 \text{ Kwh} / \text{hectolitre d'alcool} .$

On note aussi que pour une production de 10 000 hl d'alcool / An ,
soit 4,167 hl / heure , la puissance calorifique de la PAC sera de

$215 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 4,167 = 896\,000 \text{ KCal} / \text{heure} .$

REVENDEICATIONS

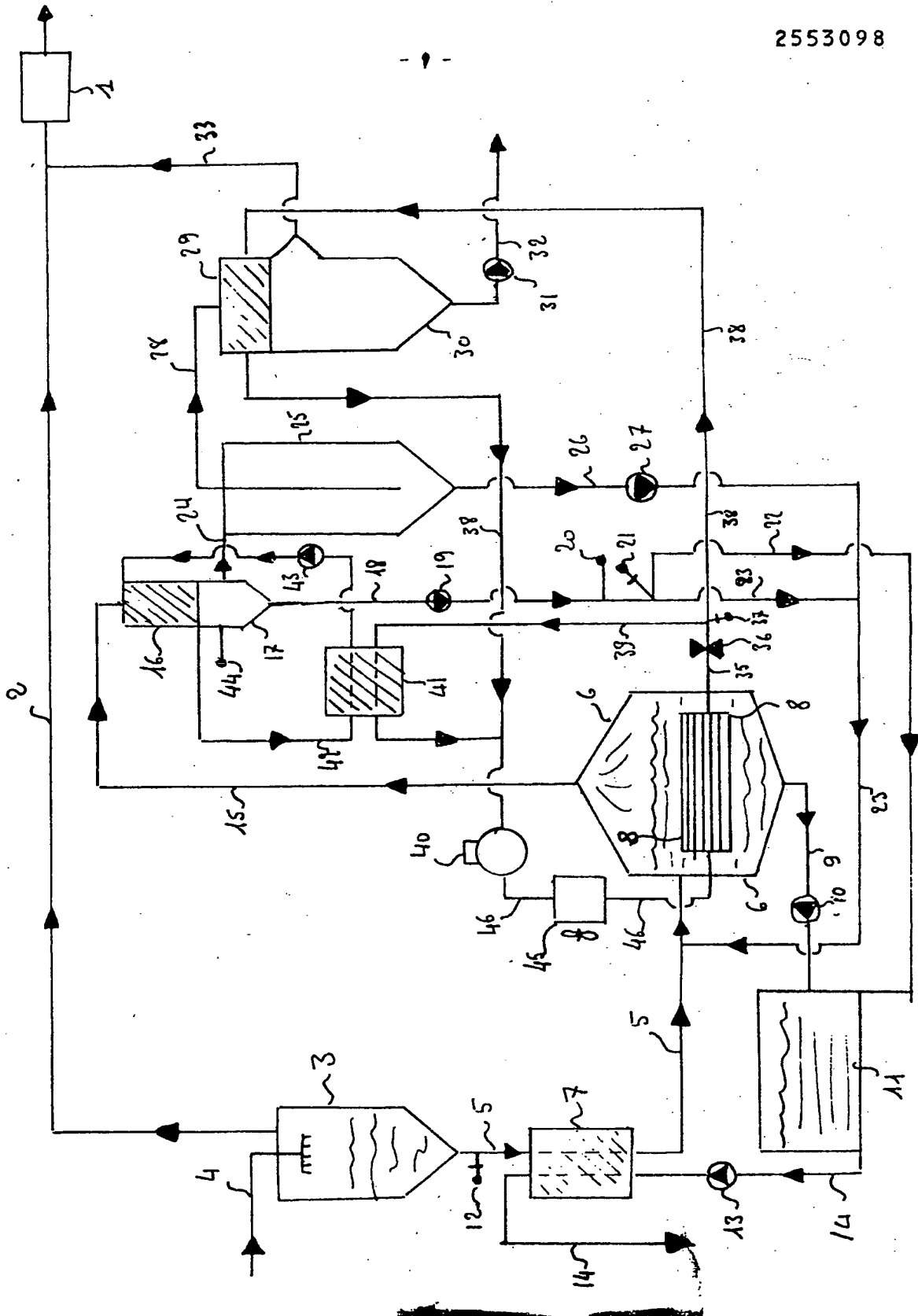
- 1 Dispositif selon la présente demande de Brevet , caractérisé en ce qu'il prévoit que la distillation du vin se fera sous vide partiel , réalisé grace à une pompe à vide 1 .
- 2 Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que la faible pression , générée par la pompe à vide 1 , permet que l'énergie nécessaire à la distillation soit fournie à des températures compatibles avec la technologie des pompes à chaleur fonctionnant de préférence au Fréon R 22 . La totalité du système d'échange thermique de la pompe à chaleur est utilisée : le condenseur 8 sert à fournir l'énergie nécessaire à la vaporisation du vin , les évaporateurs 41 et 29 servent à condenser les vapeurs d'eau et d'alcool .
- 3 Dispositif selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que le vin passe d'abord par une cuve de dégazage 3 en relation avec la pompe à vide 1 , puis par un échangeur 7 où il récupère l'énergie des vinasses avant d'atteindre la cuve de vaporisation 6 dans laquelle on trouve le condenseur 8 de la pompe à chaleur .
- 4 Dispositif selon les revendications 1 , 2 et 3 ci dessus , caractérisé en ce que les vapeurs issues de la cuve de vaporisation 6 sont condensées en de deux temps . Les vapeur d'eau sont condensées dans une batterie 16 en relation par une boucle d'eau froide 42 avec l'évaporateur 41 . Les gouttelettes d'eau et les vapeurs d'alcool sont séparées par un séparateur 17 , puis par un cyclone 25 . Les vapeurs d'alcool sont cendensées par le second évaporateur 29 de la pompe à chaleur , en l'occurence une batterie à détente directe .
- 5 Dispositif selon les revendications 1 , 2 , 3 et 4 ci dessus , caractérisé en ce que liquide issu du séprateur 17 peut être envoyé , grace à l'action d'un alcoomètre 20 sur une vanne 21 , soit vers les les vinasses , soit vers la cuve de vaporisation 6 en fonction de sa teneur en alcool , alors que le liquide issu du cyclone 25 est automatiquement renvoyé vers la cuve de vaporisation 6 .
- 6 Dispsositif selon les revendications 1 , 2 , 3 , 4 et 5 ci dessus , caractérisé en ce que les vinasses issues de la cuve de vaporisation 6 sont dirigées vers un bac tampon 11 , d'où elles sont reprises en direction de l'échangeur 7 au moment où le vin issu de la cuve de dégazage 3 passe par l'échangeur 7 .
- 7 Dispositif selon les revendications 1 , 2 , 3 , 4 , 5 et 6 ci dessus caractérisé en ce qu'il permet des économies d'énergie très importantes dans la distillation de l'alcool sans pour autant utiliser les systèmes de recompression mécanique de l'alcool .

T/K	$\rho/\text{kg m}^{-3}$	p/kPa	$\Delta p/\text{kPa}$	$\ln f_1$	$\ln f_2$	$G^*/J \text{ mol}^{-1}$
303.15	0.00435	0.0412	4.413	0.001	0.00004	15.4
303.15	0.01524	0.1280	4.802	0.003	0.00039	53.0
303.15	0.02727	0.2043	5.203	0.002	0.00113	93.5
303.15	0.04633	0.2975	5.781	-0.007	0.00295	155.7
303.15	0.06783	0.3753	6.386	0.003	0.00608	223.0
303.15	0.10991	0.4743	7.329	0.001	0.01709	345.6
303.15	0.17111	0.5479	8.189	0.002	0.04813	497.5
303.15	0.24688	0.5907	8.723	-0.007	0.1082	636.4
303.15	0.32385	0.6194	9.035	0.011	0.1820	723.9
303.15	0.38655	0.6406	9.303	-0.003	0.2471	760.5
303.15	0.41758	0.6508	9.403	-0.005	0.2811	768.2
303.15	0.50492	0.6797	9.663	0.001	0.3835	755.8
303.15	0.58087	0.7087	9.869	0.005	0.4758	707.4
303.15	0.63434	0.7329	9.999	-0.001	0.5391	655.0
303.15	0.72455	0.7810	10.199	-0.003	0.6437	537.0
303.15	0.80840	0.8337	10.341	0.001	0.7447	397.2
303.15	0.85785	0.8705	10.394	-0.003	0.7987	302.5
303.15	0.89064	0.8979	10.427	0.003	0.8255	235.7
303.15	0.89934	0.9036	10.435	0.004	0.8309	217.6
303.15	0.92444	0.9284	10.445	-0.001	0.8432	164.8
303.15	0.95370	0.9556	10.457	-0.004	0.8554	102.3
303.15	0.97315	0.9739	10.467	-0.002	0.8691	60.1
303.15	0.98153	0.9819	10.473	0.003	0.8788	41.6
$\sigma(p) = 0.005_3 \text{ kPa}$						
323.15	0.00434	0.0478	12.921	0.007	0.00004	18.6
323.15	0.01522	0.1450	14.249	0.009	0.00051	64.2
323.15	0.02722	0.2259	15.555	-0.006	0.00160	112.8
323.15	0.04628	0.3182	17.379	-0.006	0.00459	186.7
323.15	0.06776	0.3893	19.088	0.002	0.00986	265.0
323.15	0.10983	0.4738	21.522	0.004	0.02628	402.7
323.15	0.17103	0.5355	23.585	-0.001	0.06379	565.6
323.15	0.24681	0.5753	24.961	-0.008	0.1265	708.9
323.15	0.32380	0.6044	25.933	0.015	0.2001	796.4
323.15	0.38844	0.6270	26.572	-0.004	0.2667	831.5
323.15	0.41750	0.6370	26.636	-0.007	0.2980	837.0
323.15	0.50485	0.6681	27.564	-0.001	0.3971	818.8
323.15	0.58081	0.6989	28.131	0.006	0.4864	764.2
323.15	0.63429	0.7239	28.489	0.002	0.5486	706.9
323.15	0.72451	0.7735	29.006	-0.001	0.6519	578.9
323.15	0.76377	0.7981	29.176	-0.009	0.6970	512.1
323.15	0.80838	0.8286	29.346	0.001	0.7479	428.7
323.15	0.85785	0.8664	29.470	0.004	0.8009	327.6
323.15	0.89064	0.8942	29.511	-0.001	0.8315	256.3
323.15	0.89934	0.9019	29.527	0.007	0.8388	236.9

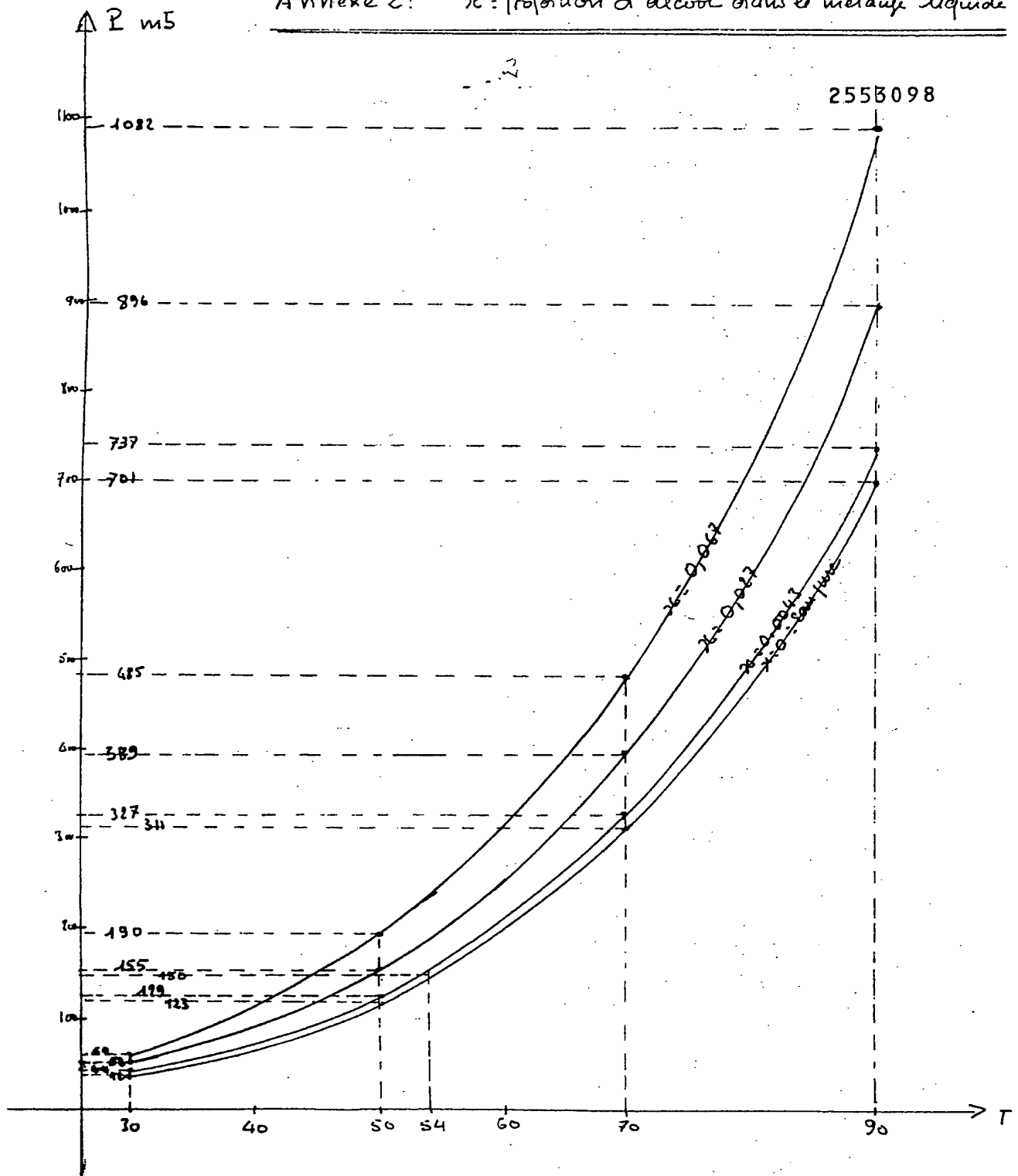
TABLE 2—continued

T/K	x	y	p/kPa	$\delta p/\text{kPa}$	$\ln f_1$	$\ln f_2$	$G^\circ/\text{J mol}^{-1}$
343.15	0.00432	0.0512	32.760	-0.016	0.00005	1.697	21.1
70°C	0.01517	0.1532	36.359	0.014	0.00062	1.640	72.7
	0.02712	0.2348	39.819	-0.010	0.00199	1.576	127.5
	0.04616	0.3245	44.442	-0.020	0.00580	1.476	210.2
	0.06760	0.3906	48.569	0.018	0.01243	1.366	296.5
	0.10967	0.4662	54.055	0.001	0.03201	1.164	445.5
	0.17086	0.5216	58.586	-0.004	0.07294	0.9118	617.0
	0.24667	0.5604	61.796	-0.004	0.1368	0.6684	764.1
	0.32371	0.5904	64.113	0.012	0.2096	0.4845	851.9
	0.38828	0.6139	65.695	-0.002	0.2752	0.3655	885.2
	0.41734	0.6244	66.342	-0.008	0.3059	0.3200	889.5
	0.50470	0.6578	68.138	0.001	0.4014	0.2078	866.5
	0.58067	0.6907	69.518	0.000	0.4864	0.1360	807.1
	0.63418	0.7170	70.396	0.009	0.5461	0.09726	746.0
	0.72444	0.7681	71.591	0.003	0.6469	0.04948	610.9
	0.76372	0.7934	71.970	-0.013	0.6909	0.03433	540.6
	0.80836	0.8247	72.315	-0.007	0.7403	0.02086	452.9
	0.85784	0.8635	72.552	0.003	0.7923	0.01039	346.8
	0.89064	0.8917	72.623	0.014	0.8239	0.00584	271.9
	0.89935	0.8995	72.614	0.001	0.8318	0.00491	251.5
	0.92445	0.9229	72.593	-0.002	0.8538	0.00278	191.4
	0.95370	0.9515	72.512	-0.007	0.8792	0.00113	119.2
	0.97315	0.9713	72.433	-0.001	0.8980	0.00043	70.0
	0.98153	0.9801	72.388	0.000	0.9071	0.00022	48.4
			$\sigma(p) = 0.012_0 \text{ kPa}$				
363.15	0.00429	0.0520	73.726	0.009	0.00006	1.758	23.0
70°C	0.01507	0.1539	81.909	0.013	0.00073	1.689	79.1
	0.02693	0.2337	89.620	-0.008	0.00234	1.615	138.1
	0.04594	0.3200	99.667	-0.019	0.00673	1.498	227.2
	0.06731	0.3823	108.298	0.020	0.01417	1.374	319.2
	0.10939	0.4530	119.548	-0.003	0.03541	1.154	476.4
	0.17057	0.5058	128.811	-0.002	0.07774	0.8919	654.1
	0.24642	0.5449	135.640	-0.001	0.1414	0.6481	804.0
	0.32356	0.5763	140.677	0.005	0.2133	0.4668	891.6
	0.38800	0.6010	144.188	0.003	0.2771	0.3508	923.0
	0.41705	0.6123	145.622	-0.009	0.3068	0.3068	926.2
	0.50445	0.6480	149.595	0.001	0.3985	0.1989	899.2
	0.58044	0.6830	152.616	0.006	0.4796	0.1302	835.8
	0.63399	0.7106	154.470	-0.003	0.5368	0.09319	771.6
	0.72433	0.7639	157.003	0.002	0.6324	0.04778	630.9
	0.76364	0.7901	157.811	-0.003	0.6737	0.03358	558.2
	0.80833	0.8224	158.489	-0.004	0.7201	0.02091	467.8
	0.85783	0.8618	158.914	0.002	0.7705	0.01079	358.7
	0.89065	0.8903	158.987	0.008	0.8030	0.00611	281.5
	0.89935	0.8981	158.963	-0.005	0.8114	0.00511	260.5
	0.92445	0.9216	158.868	0.004	0.8354	0.00279	198.4
	0.95370	0.9506	158.600	-0.007	0.8627	0.00102	123.5
	0.97315	0.9708	158.354	0.000	0.8806	0.00034	72.4
	0.98153	0.9797	158.227	0.003	0.8883	0.00016	50.0
			$\sigma(p) = 0.010_0 \text{ kPa}$				

2553098

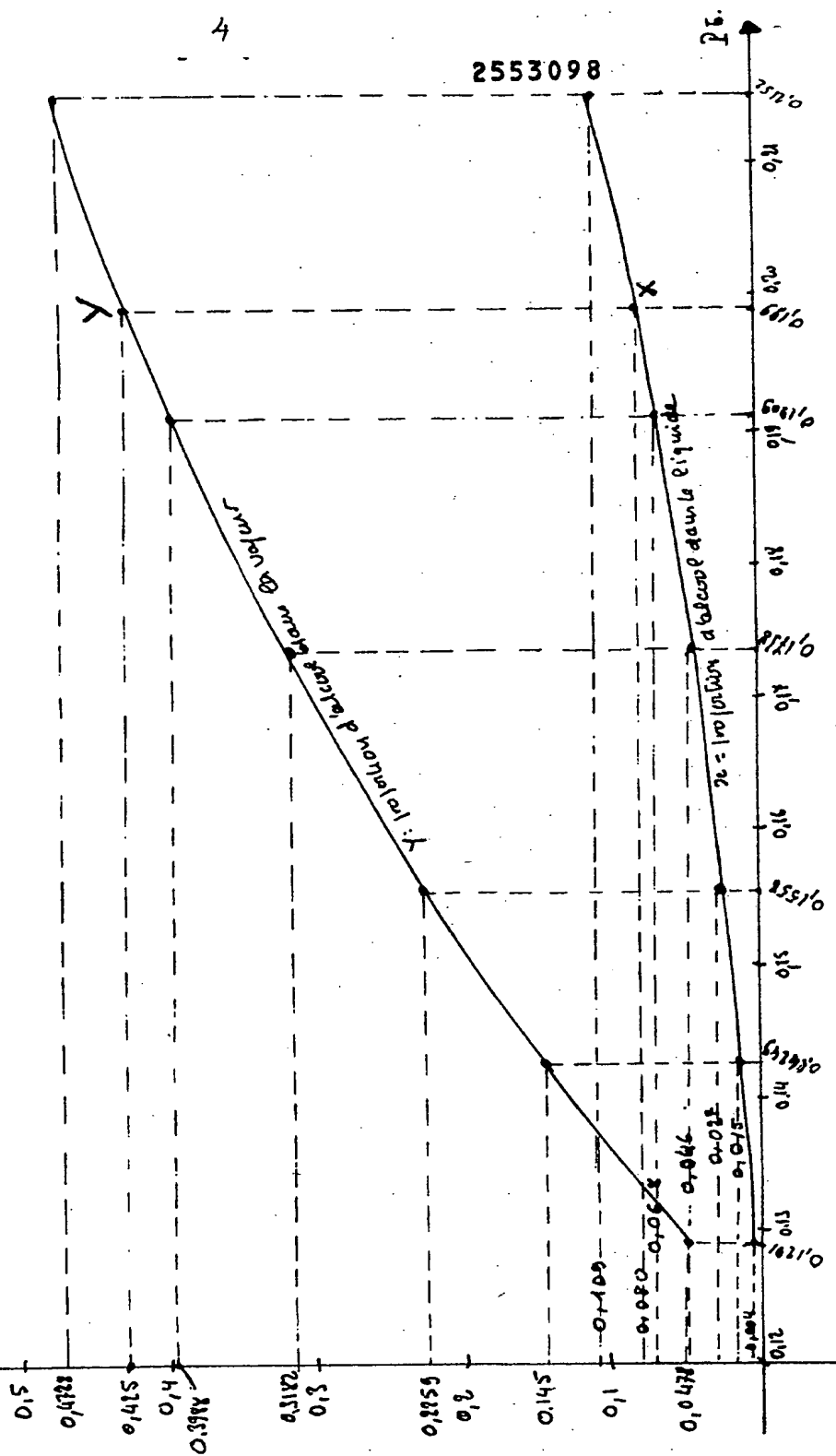


Annexe 2: x = proportion d'alcool dans le mélange liquide



refraction
Volume, liquids

Amexel : $T = 50^{\circ}\text{C}$



This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.